

(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 331 476 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
30.07.2003 Patentblatt 2003/31(51) Int Cl.<sup>7</sup>: G01N 22/04

(21) Anmeldenummer: 02002156.4

(22) Anmeldetag: 29.01.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: AMS- Advanced Microwave Systems  
GmbH  
25336 Elmshorn (DE)

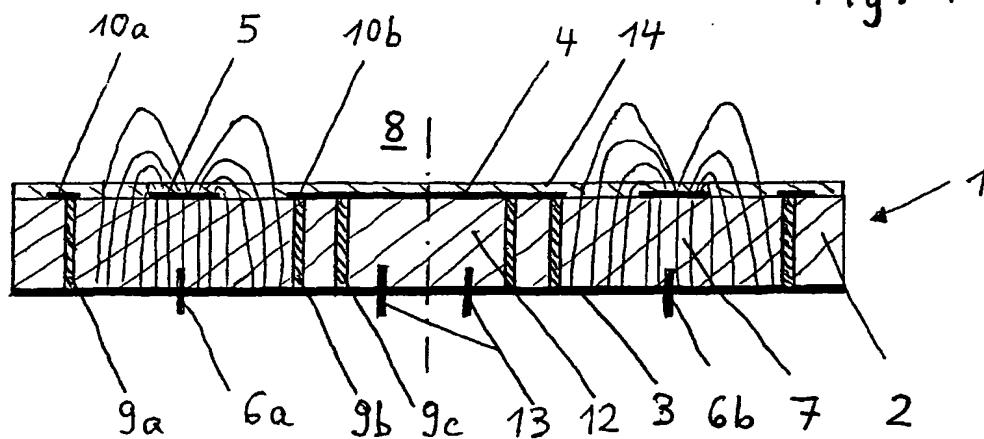
(72) Erfinder:  
• Knöchel, Reinhard  
25336 Elmshorn (DE)  
• Taute, Wolfgang  
24235 Laboe (DE)  
• Döscher, Claas  
20253 Hamburg (DE)

## (54) Mikrowellenanordnung zur Produktfeuchtemessung, mit Temperaturkompensation

(57) Die Erfindung betrifft eine Meßanordnung zur Feuchtemessung eines Produkts mittels Mikrowellen. Die Meßanordnung umfaßt einen ersten Mikrowellenresonator (7), aus dem im Betrieb Mikrowellen in einen Produktraum (8) eintreten, und eine Einrichtung zur

Kompensation des Einflusses der in dem ersten Mikrowellenresonator (7) herrschenden Temperatur auf das Meßsignal. Erfindungsgemäß umfaßt die Temperaturkompensationseinrichtung einen zweiten Mikrowellenresonator (12), der zum Produktraum (8) hin gegenüber Mikrowellenstrahlung abgeschirmt ist.

Fig. 1



EP 1 331 476 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Meßanordnung zur Feuchtemessung eines Produkts mittels Mikrowellen, mit einem ersten Mikrowellenresonator, aus dem im Betrieb Mikrowellen in einen Produktraum eintreten, und einer Einrichtung zur Kompensation des Einflusses der in dem ersten Mikrowellenresonator herrschenden Temperatur auf das Meßsignal.

**[0002]** Bei der Feuchtemessung mit einer derartigen Meßanordnung hängen die Meßgrößen, insbesondere die Resonanzfrequenz und die Breite der Resonanzkurve, von der Temperatur in dem ersten Resonator ab. Um den Einfluß dieser Störgröße auf den Meßfehler zu kompensieren, ist es bekannt, einen Temperaturneßfühler an einer bestimmten Stelle des ersten Resonators vorzusehen und mit Hilfe der gemessenen Temperatur eine rechnerische Korrektur durchzuführen. Da die Temperatur in dem ersten Resonator nur punktuell bestimmt wird, ist die Genauigkeit der Kompensation insbesondere bei einer räumlich inhomogenen und/oder zeitlich veränderlichen Temperaturverteilung in dem ersten Resonator begrenzt.

**[0003]** Generell ist zur Kompensation von Temperaturinflüssen die Verwendung unterschiedlicher Materialien, im vorliegenden Fall für den ersten Resonator, mit Temperaturkoeffizienten entgegengesetzten Vorzeichens bekannt. Jedoch können sich - abgesehen von einem erhöhten Herstellungsaufwand - insbesondere die Übergangsstellen zwischen den unterschiedlichen Materialien mikrowellentechnisch nachteilig auswirken.

**[0004]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, bei einer eingangs genannten Meßanordnung den durch die thermische Belastung des ersten Resonators hervorgerufenen Meßfehler zu reduzieren.

**[0005]** Die Erfindung sieht zu diesem Zweck vor, daß die Temperaturkompensationseinrichtung einen zweiten Mikrowellenresonator umfaßt, der zum Produktraum hin gegenüber Mikrowellenstrahlung abgeschirmt ist.

**[0006]** Zunächst seien einige der verwendeten Begriffe erläutert.

**[0007]** "Resonator" betrifft einen räumlichen Bereich, in dem sich ein stehendes Mikrowellenfeld ausbreiten kann. Dabei kann es sich um einen geschlossenen oder im wesentlichen geschlossenen Hohlraumresonator oder um einen offenen Resonator handeln. Beispiele für offene Resonatoren: über Chokes (Hochfrequenzfallen) geöffnete Resonatoren; Resonatoren mit einem externen elektrischen Streufeld, insbesondere Streufeld einer offenen oder in sich geschlossenen Mikrowellenleitung (bspw. Mikrostreifenleitung, Schlitzeleitung) oder des offenen Endes einer Koaxialleitung, Streufeld elektrischer Resonatoren oder in der Öffnung eines sonstigen geschlossenen Resonators mit oder ohne dielektrische Füllung.

**[0008]** Ein Produkt, dessen Feuchte gemessen wird, ist in einem "Produktraum" genannten Raumbereich an-

geordnet, der im Betrieb des Sensors zu dem Raumbe-  
reich des ersten Resonators in einer festen räumlichen  
Beziehung steht. Der Produktraum kann teilweise oder  
vollständig innerhalb des ersten Resonatorraumes ver-  
laufen; er kann auch räumlich vom ersten Resonator-  
raum getrennt sein. Im letzteren Fall kann der Produk-  
traum an den ersten Resonatorraum angrenzen; er kann auch räumlich entfernt davon angeordnet sein,  
wobei das Feld über eine Leitung von dem Resonator

zu dem Produktraum geleitet werden kann. Die Mikro-  
wellen treten in den Produktraum ein, um in Wechsel-  
wirkung mit dem Produkt zu treten. In der Regel ist da-  
her der erste Mikrowellenresonator zum Produktraum  
hin für Mikrowellen durchlässig. Das Produkt kann ein  
fortlaufender Produktstrom sein, bspw. ein flächiges  
Holzfurnier oder ein strangförmiges Produkt; es kann  
auch als einzelne Portion vorliegen.

**[0009]** Erfindungsgemäß werden die mit dem zweiten  
Resonator - aufgrund von dessen Mikrowellen-Abschir-  
mung zum Produktraum hin - bestimmten Meßgrößen  
nicht von der Wechselwirkung des Mikrowellenfeldes  
mit der Dielektrizitätskonstanten beeinflußt. Indem die  
Meßgrößen des ersten Resonators mit den entspre-  
chenden Meßgrößen des zweiten Resonators in geeig-  
neter Weise in Beziehung gesetzt werden, kann daher  
der Einfluß von Störgrößen, die das Meßsignal beider  
Resonatoren beeinflussen, kompensiert werden. Eine  
dieser Störgrößen ist der thermische Einfluß der Umge-  
bung, insbesondere die von dem Produkt ausgehenden  
Wärmebelastung.

**[0010]** Die Erfindung hat erkannt, daß die Tempera-  
turverteilung in dem ersten Resonator im allgemeinen  
räumlich - insbesondere in einer Richtung senkrecht  
zum Produktraum, d.h. zu der den Produktraum begren-  
zenden Fläche - inhomogen und/oder zeitlich veränder-  
lich ist. Dieser Erkenntnis folgend ermöglicht die Erfin-  
dung die Messung einer integrierten Temperatur, d.h.  
gemittelt über einen Raumbereich, der hinsichtlich sei-  
ner Anordnung relativ zum Produktraum und/oder sei-  
ner Ausdehnung in einer Richtung senkrecht zum Pro-  
duktraum dem ersten Resonatorraum entspricht und  
daher im wesentlichen die gleiche Temperaturverteilung  
wie dieser aufweist. Dies steht im Gegensatz zu einer  
Temperaturmessung in einem Raumbereich, dessen  
Ausdehnung gering ist im Verhältnis zur Ausdehnung  
des ersten Resonators senkrecht zum Produktraum.

**[0011]** Insbesondere bei einer zeitlich veränderlichen  
Wärmebelastung kann die herkömmliche Messung der  
Temperatur des ersten Resonators an einem Punkt im  
Einzelfall zu einem verzerrten Meßergebnis mit entspre-  
chend großem Meßfehler führen. Als Beispiel sei eine  
Anordnung betrachtet, bei der ein Temperaturneßfühler  
an der vom Produktraum abgewandten Seite des ersten  
Resonators angeordnet ist. Eine Erwärmung des Pro-  
dukts wirkt sich bereits durch die Erwärmung der dem  
Produktraum zugewandten Seite des ersten Resona-  
tors auf das Meßsignal aus; dies kann jedoch erst mit  
der Erwärmung der dem Produktraum abgewandten

Seite des ersten Resonators erfaßt und kompensiert werden. In dem dazwischenliegenden Zeitraum findet demnach keine zufriedenstellende Temperaturkompen-sation statt.

[0012] Besonders gewinnbringend ist die Erfindung im Zusammenhang mit einem mit Dielektrikum gefüllten ersten Resonator. Dabei meint der Begriff "Dielektrikum" eine Dielektrizitätszahl von größer als 1, vorzugsweise mindestens 2, weiter vorzugsweise mindestens 5. Die Temperaturabhängigkeit der Meßgrößen des ersten Resonators wird dann maßgeblich von der Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätszahl der dielektrischen Füllung bestimmt. Aufgrund der häufig schlechten Wärmeleitungseigenschaften dielektrischer Materialien wirkt sich eine räumlich inhomogene Temperaturverteilung bzw. eine sich zeitlich verändernde Wärmebelastung besonders stark aus, da es lange dauern kann, bis sich eine stationäre Temperaturverteilung ausgebildet hat. Vorzugsweise ist demnach der zweite Resonator ebenfalls mit einem entsprechenden Dielektrikum gefüllt, das zu jedem Zeitpunkt der Messung eine vergleichbare Temperaturverteilung wie die dielektrische Füllung des ersten Resonators aufweist.

[0013] Vorzugsweise weist der zweite Resonator in Bezug auf die räumliche Temperaturverteilung und/oder in Bezug auf zeitliche Temperaturänderungen vergleichbare Eigenschaften wie der erste Resonator auf. Dies betrifft beispielsweise den Abstand der Resonatoren von dem Produktraum (Ansprüche 4, 5), die mittlere Ausdehnung der Resonatoren senkrecht zu der den Produktraum begrenzenden Fläche (Anspruch 6) sowie das Material bzw. Materialien der Resonatoren (Anspruch 7), bspw. hinsichtlich der Wärmeleistungsfähigkeit, der Wärmeeindringzahl, des Wärmeübergangs, des Wärmedurchgangs, der Wärme Kapazität und/oder weiterer thermisch relevanter Größen. Wenn die thermischen Eigenschaften des ersten Resonators von einem Material, bspw. einer dielektrischen Füllung, dominiert werden, reicht es in der Regel aus, wenn thermische Eigenschaften in Bezug auf dieses Material übereinstimmen.

[0014] Vorzugsweise sind beide Resonatoren in der Richtung senkrecht zu der den Produktraum begrenzenden Fläche im wesentlichen - abgesehen von der Mikrowellen-Abschirmung des zweiten Resonators zum Produktraum hin - gleichartig aufgebaut, bspw. hinsichtlich der Materialfolge und/oder -anordnung. Die Mikrowellen-Abschirmung des zweiten Resonators zum Produktraum hin soll sich vorzugsweise möglichst wenig auf den Wärmeübergang auswirken. Sie ist vorzugsweise metallisch und wird weiter vorzugsweise von einer dünnen metallischen Beschichtung gebildet und/oder weist vorzugsweise eine gute Wärmeleitfähigkeit auf. Die Beschichtung kann zu diesem Zweck netzartig oder perforiert sein.

[0015] Vorzugsweise sind der erste und der zweite Resonator aneinander angrenzend angeordnet und/oder bilden eine bauliche Einheit; dadurch kann sicher-

gestellt werden, daß beide Resonatoren unabhängig vom Einbau durch den jeweiligen Monteur der gleichen thermischen Belastung durch die Produktwärme ausgesetzt sind. Es ist aber auch möglich, beide Resonatoren

5 räumlich beabstandet voneinander bspw. an unterschiedlichen Stellen des Produktstroms anzurufen. Besonders bevorzugt ist eine Anordnung mit einem Ringresonator und einem von dem Ringresonator umschlossenen Resonator. Dann ist unabhängig von der  
10 Orientierung der Meßanordnung sichergestellt, daß beide Resonatoren der gleichen thermischen Belastung durch die Produktwärme ausgesetzt sind. Weiterhin wird die Baugröße nicht erhöht, wenn der ohnehin vorhandene, von dem ersten Ringresonator umschlossene  
15 Raum zur Unterbringung des zweiten Resonators genutzt wird.

[0016] Der zweite Resonator kann zweckmäßigerweise auch zur Kompensation des Einflusses weiterer Störgrößen, beispielsweise längerfristige Driften der Elektronik oder Materialveränderungen durch Alterung, genutzt werden.

[0017] Die Produkttemperatur hat einen unmittelbaren Einfluß auf das Meßsignal aufgrund der Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätskonstante des Produkts. Die Anordnung umfaßt daher vorzugsweise einen zusätzlichen Temperatursensor, bspw. ein PT-100-Element, zur direkten und schnellen Messung der Produkttemperatur, um das Meßsignal in an sich bekannter Weise entsprechend korrigieren zu können.

[0018] Die Erfindung ist grundsätzlich sowohl bei einer auf Transmissionsmessung als auch bei einem auf Reflexionsmessung beruhenden ersten Resonator anwendbar.

[0019] Die Erfindung wird im folgenden anhand vor teilhafter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: Querschnittsansicht einer Ausführungsform der erfundungsgemäßen Meßanordnung;

40 Fig. 2: Aufsicht auf die Meßanordnung aus Fig. 1, jedoch ohne die Abdeckung 14;

Fig. 3: Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform der erfundungsgemäßen Meßanordnung; und

45 Fig. 4: Querschnittsansicht einer gegenüber Fig. 1 modifizierten Ausführungsform.

[0020] Die in den Figuren gezeigten Ausführungsformen betreffen jeweils eine baulich einheitliche Meßanordnung, die als Mikrowellensensor 1 bezeichnet wird.

[0021] Zunächst sei die in den Fig. 1 und 2 gezeigte Ausführungsform betrachtet. Die durchgehende dielektrische Scheibe 2 besteht aus einem handelsüblichen Dielektrikum mit einer Dielektrizitätszahl von vorzugsweise mehr als 6, weiter vorzugsweise mehr als 30. Eine

hohe Dielektrizitätszahl ist im Hinblick auf eine möglichst geringe Abstrahlung von Mikrowellenenergie vorteilhaft.

[0022] An ihrer der Meßseite abgewandten Stirnseite ist die dielektrische Scheibe 2 vollständig mit einer Metallschicht 3 beschichtet. Auf der gegenüberliegenden, meßseitigen Stirnseite ist die dielektrische Scheibe 2 mit einer konzentrischen äußeren ringförmigen Metallschicht 5 beschichtet. Die dielektrische Scheibe 2 und die Metallschichten 3 bilden im Bereich der Metallschicht 5 mit dieser zusammen eine ringförmig in sich geschlossene, resonante Mikrostreifenleitung, die im weiteren als Mikrostreifen-Ringresonator oder einfach Ringresonator 7 bezeichnet wird.

[0023] Mikrowellen werden mittels geeigneter Einrichtungen erzeugt und über einen Anschluß 6a in den Ringresonator 7 eingespeist. Bei einer bestimmten Frequenz werden stehende Wellen in dem Ringresonator 7 angeregt, wobei eine ganze Zahl von Wellenlängen, zur Verringerung von Abstrahlungsverlusten vorzugsweise mindestens fünf, auf dessen Umfang Platz findet. Der Feldverlauf in einem Feldmaximum im Bereich des Ringresonators 7 ist in Fig. 1 schematisch angedeutet. Mikrowellen treten aus dem Ringresonator 7 in den Produktraum 8 ein und können mit einem darin befindlichen Produkt in Wechselwirkung treten. Die Mikrowellen werden über einen Anschluß 6b ausgekoppelt und zu einer nachgeschalteten Auswerteeinrichtung geleitet. Der Mikrowellensensor 1 ist unmittelbar angrenzend an den Produktraum 8 angeordnet. Um ein Abnutzen der Metallbeschichtungen 4, 5, 10 durch einen Produktstrom zu verhindern, ist der Sensor 1 zu seiner Meßseite hin mit einer bspw. aufgeklebten kreisförmigen Abdeckung 14 versehen, die zweckmäßigerverweise aus einem verlustlosen oder -armen Dielektrikum besteht.

[0024] Um das Mikrowellenfeld im Bereich des Ringresonators 7 seitlich zu begrenzen, können eine äußere 9a und/oder eine innere konzentrische Abschirmung 9b vorgesehen sein, welche die Schicht 3 jeweils mit einer konzentrischen ringförmigen Metallbeschichtung 10a, 10b auf der meßseitigen Stirnseite der Scheibe 2 leitend verbinden. Die Abschirmungen 9a, 9b können bspw. jeweils aus einzelnen durch die Scheibe verlaufenden Metallstiften 11 bestehen, die jeweils einen ausreichend geringen Abstand voneinander aufweisen.

[0025] In dem von dem Ringresonator 7 umschlossenen Innenraum ist eine konzentrische Abschirmung 9c vorgesehen (die auch mit der Abschirmung 9b zusammenfallen kann), welche die Schicht 3 mit einer kreisförmigen konzentrischen Metallbeschichtung 4 auf der meßseitigen Stirnseite der dielektrischen Scheibe 2 verbindet. Die Beschichtung 4 ist mit der Beschichtung 10b als durchgängige kreisförmige Beschichtung gebildet. Durch die Abschirmungen 3, 4, 9c, wird ein geschlossener zylindrischer Referenzresonator 12 gebildet, der mit dem gleichen Dielektrikum wie der Ringresonator 7 gefüllt ist. Über Anschlüsse 13 werden Mikrowellen, die vorzugsweise von der Einspeisung 6a abgezweigt wer-

den, in den Referenzresonator 12 ein- und ausgekoppelt. Die Beschichtung 4 ist aufgrund ihrer Dicke im Bereich von einigen Mikrometer gut wärmefurchlässig. Sie kann beispielsweise auch netzartig oder perforiert sein, sofern nur die Mikrowellen-Abschirmung sichergestellt ist. Aufgrund des gleichen Materials und der gleichen Dicke der dielektrischen Füllung sowie aufgrund des gleichen Abstands vom Produktraum 8 liegt in beiden Resonatoren 7, 12 jederzeit eine etwa gleiche Temperaturverteilung entlang der Mittelachse des Sensors 1 vor.

[0026] Zur Messung wird die Frequenz des Feldes im Ringresonator 7 durch einen Bereich gefahren, der eine bestimmte, isolierte Resonanz enthält, bei der bspw. fünf Wellenlängen auf dem Umfang des Ringresonators 7 Platz finden. Der durchzufahrende Bereich hängt unter anderem vom jeweiligen Produkt und von den in der Praxis auftretenden Feuchte- und Temperaturwerten (aufgrund der daraus folgenden Größe der Resonanzverschiebung) ab. Aus dem Ausgangssignal wird in einer Auswerteeinheit die Resonanzfrequenz f1 und die Halbwertsbreite G1 der gemessenen Resonanz ermittelt. Ein derartiger Meß- und Auswertezzyklus kann in einem Bruchteil einer Sekunde erfolgen.

[0027] Zu bestimmten Zeitpunkten erfolgt eine entsprechende Messung in dem Referenzresonator 12. Die Frequenz des Feldes im Referenzresonator 12 wird durch einen Bereich gefahren, der eine bestimmte, isolierte Resonanz enthält; es wird ebenfalls die Resonanzfrequenz f2 und die Halbwertsbreite G2 bestimmt. Die Werte f2, G2 sind aufgrund der Mikrowellen-Abschirmung des Referenzresonators 12 zum Produktraum 8 hin durch die Metallbeschichtung 4 unabhängig von der Produktfeuchte. Die Werte f2, G2 werden anschließend anhand von zwei in der Auswerteeinheit gespeicherten Kalibrationskurven in entsprechende Werte f0, G0 umgerechnet. Die Werte f0, G0 bezeichnen die Resonanzfrequenz bzw. die Halbwertsbreite des Ringresonators ohne Produkt (Leermessung). Diese Kalibrationskurven, welche den Zusammenhang zwischen den Größen f2 und f0 sowie zwischen den Größen G2 und G0 für ein bestimmtes Produktmaterial eindeutig festlegt, werden vorab in entsprechenden Kalibrationsmessungen durch Variation der Resonatortemperatur innerhalb eines in der Praxis auftretenden Bereichs bestimmt. Im Betrieb kann dann auf Leermessungen zur Bestimmung der Größen f0, G0 ganz verzichtet werden, was gerade bei Messungen an einem Produktstrom von Vorteil ist, wo Leermessungen nur bei unterbrochenem Produktstrom möglich sind.

[0028] Aus den genannten Größen wird in an sich bekannter Weise (DE 29 28 487 A1) eine nur von der Materialfeuchte P, aber weder von der Materialdichte noch - aufgrund der Erfahrung - von der Resonatortemperatur abhängige Größe A(P)=(f1-f0)/(G1-G0) gebildet. Die Materialfeuchte P wird aus der Größe A mittels einer in der Auswerteeinheit gespeicherten Kalibrationskurve ermittelt. Diese Kalibrationskurve, welche den Zusam-

menhang zwischen den Größen A und P für ein bestimmtes Produktmaterial eindeutig festlegt, wird vorab in einer entsprechenden Kalibrationsmessung durch Variation der Produktfeuchte innerhalb eines in der Praxis auftretenden Bereichs bestimmt.

[0029] Eine Messung im Referenzresonator 12 kann jeweils im Anschluß an eine Messung im Ringresonator 7 erfolgen. Es kann ausreichen, wenn eine Messung im Referenzresonator 12 spätestens nach jeder zehnten, vorzugsweise spätestens nach jeder hundertsten Messung im Ringresonator 7 erfolgt, wenn sich Temperatureinflüsse nur entsprechend langsam auswirken. Das Verhältnis von Meßzeit zu Totzeit infolge von Referenzmessung kann dadurch verbessert werden.

[0030] Die Messungen im Ringresonator 7 und im Referenzresonator 12 erfolgen zur Vermeidung von Dispersionseinflüssen vorzugsweise bei etwa vergleichbaren Frequenzen. Der Referenzresonator 12 ist demnach - im vorliegenden Fall insbesondere hinsichtlich seines Radius - vorzugsweise so bemessen, daß die jeweils zu durchfahrenden Frequenzbereiche bei dem Ringresonator 7 und bei dem Referenzresonator 12 einen mittleren Abstand von weniger als 1 GHz, vorzugsweise weniger als 100 MHz, weiter vorzugsweise weniger als 10 MHz aufweisen. Die Messungen finden vorzugsweise im Frequenzbereich von 0.1 bis 20 GHz, weiter vorzugsweise 1 bis 5 GHz, weiter vorzugsweise 2 bis 3 GHz, weiter vorzugsweise 2.4 bis 2.5 GHz statt.

[0031] Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform sind die Beschichtungen 5 und 10b auf der Meßseite des Sensors 1 durchgängig miteinander verbunden, so daß die innere ringförmige Öffnung der Mikrostreifenleitung aus Fig. 1, 2 entfällt. Es ist also anstelle der gemäß Fig. 1, 2 den Ringresonator 7 bildenden Mikrostreifenleitung eine nach außen geöffnete Trogleitung vorgesehen. Die Wahl einer anderen Leitungsform, bspw. einer nach innen geöffneten Trogleitung oder einer Schlitzleitung, steht im Belieben des Fachmanns.

[0032] Die in Fig. 4 gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich derjenigen aus Fig. 1, 2 dadurch, daß sich die Abschirmung 9c meßseitig durch die Abdeckung 14 hindurch erstreckt und die Abschirmung 4 des Referenzresonators 12 zur Meßseite hin auf der Abdeckung 14 anstelle der dielektrischen Scheibe 2 aufgebracht ist.

[0033] Dadurch ist es möglich, die von der Abdeckung 14 und einer ggf. vorgesehenen Klebschicht zwischen der Abdeckung 14 und der dielektrischen Scheibe 2 stammende Temperaturabhängigkeit in dem Referenzresonator 12 zu erfassen.

#### Patentansprüche

1. Meßanordnung zur Feuchtemessung eines Produkts mittels Mikrowellen, mit einem ersten Mikrowellenresonator (7), aus dem im Betrieb Mikrowellen in einen Produktraum (8) eintreten, und einer Einrichtung zur Kompensation des Einflusses der

5 in dem ersten Mikrowellenresonator (7) herrschenden Temperatur auf das Meßsignal, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturkompensationseinrichtung einen zweiten Mikrowellenresonator (12) umfaßt, der zum Produktraum (8) hin gegenüber Mikrowellenstrahlung abgeschirmt ist.

2. Meßanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß infolge einer vom Produktraum (8) ausgehenden Wärmelastung in dem zweiten Resonator (12) jederzeit eine der Temperaturverteilung des ersten Resonators (7) entsprechende Temperaturverteilung vorliegt.
- 15 3. Meßanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Resonator (7) und/oder der zweite Resonator (12) mindestens teilweise mit einem Dielektrikum (2) gefüllt sind.
- 20 4. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Resonator (12) und der erste Resonator (7) im wesentlichen den gleichen Abstand zum Produktraum (8) aufweisen.
- 25 5. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Resonator (7) und/oder der zweite Resonator (12) im wesentlichen an den Produktraum (8) angrenzen.
- 30 6. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Ausdehnung des zweiten Resonators (12) senkrecht zu der den Produktraum (8) begrenzenden Fläche im wesentlichen gleich der entsprechenden mittleren Ausdehnung des ersten Resonators (7) ist.
- 35 7. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Material des zweiten Resonators (12) mindestens teilweise im wesentlichen gleiche thermische Eigenschaften aufweist wie das Material des ersten Resonators (7).
- 40 8. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Resonator (7) und der zweite Resonator (12) aneinander angrenzend angeordnet sind.
- 45 9. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Resonator (7) und der zweite Resonator (12) eine bauliche Einheit bilden.
- 50 10. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß einer der beiden Resonatoren (7) ein Ringresonator ist und der andere Resonator (12) von dem Ringresonator um-

schlossen ist.

11. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß der erste Resona- 5  
tor (7) für die Messung an einem Produktstrom vor-  
gesehen ist.
12. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß bei dem ersten Re- 10  
sonator (7) ein externes elektrisches Streufeld ver-  
wendet wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

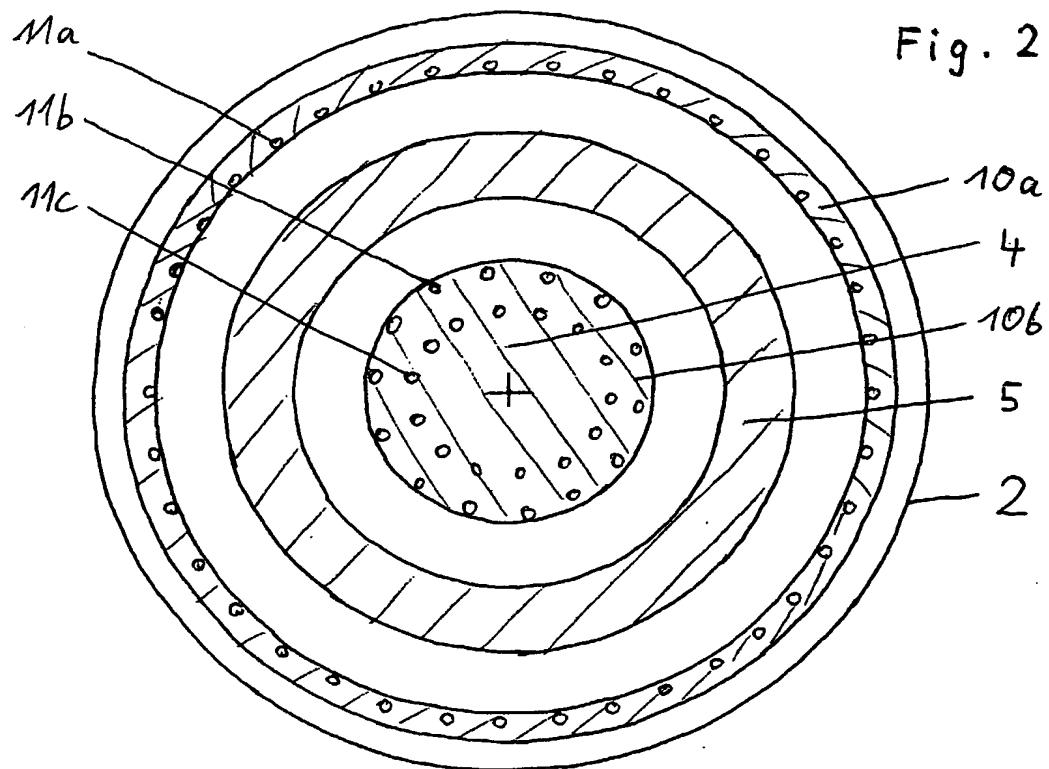
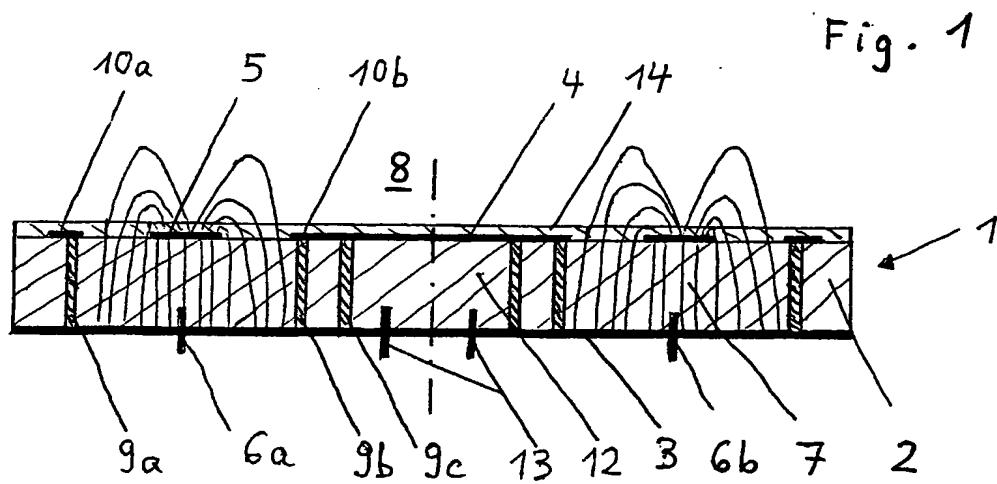


Fig. 3

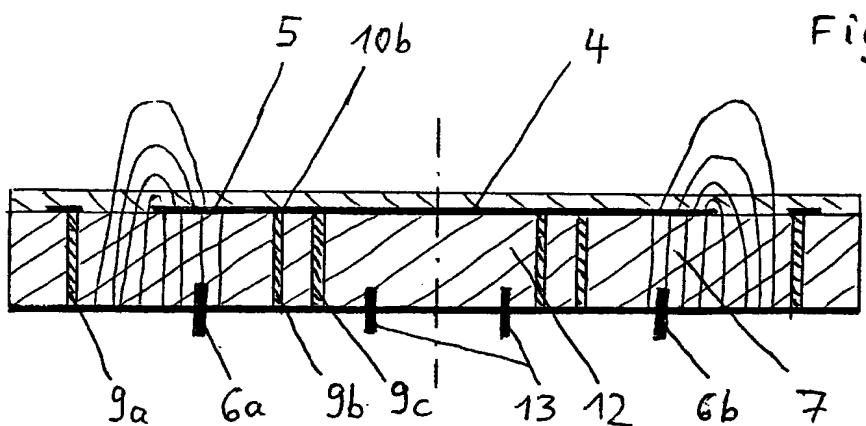
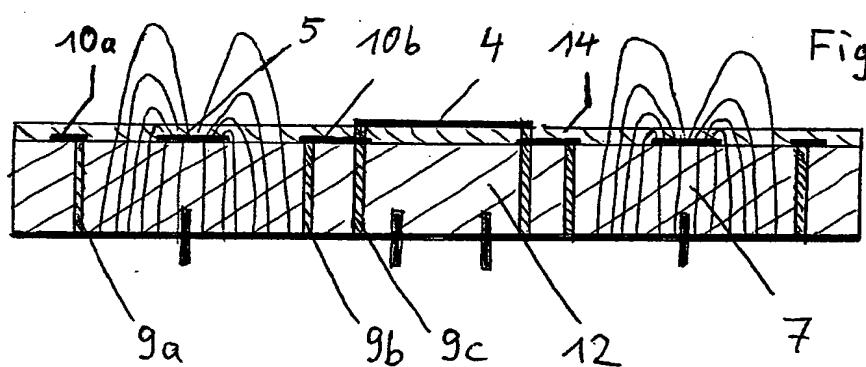


Fig. 4



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 00 2156

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 4 042 879 A (HO WILLIAM W ET AL) 16. August 1977 (1977-08-16) * Spalte 5, Zeile 56 – Spalte 6, Zeile 3; Abbildung 4 *	1-3,6,7	G01N22/04
A	HERRMANN R ET AL: "FEUCHTEMESSUNG MIT MIKROWELLEN-RESONATOREN" TECHNISCHES MESSEN TM, R.OLDENBOURG VERLAG. MÜNCHEN, DE, Bd. 64, Nr. 11, 1. November 1997 (1997-11-01), Seiten 447-452, XP000738914 ISSN: 0171-8096 * Seite 449, Zeile 12 – Zeile 18 *	1	
A	DE 197 05 260 A (HAUNI WERKE KOERBER & CO KG) 21. August 1997 (1997-08-21) * Spalte 8, Zeile 7 – Zeile 19 *	1	
A	US 5 845 529 A (GREENWALD ALEXANDER ET AL) 8. Dezember 1998 (1998-12-08) * Ansprüche 1,6 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	KUPFER K: "STOERGROESSEN BEI DER APPLIKATION VON MIKROWELLENFEUCHTEMESSVERFAHREN. \DISTURBANCES BY THE APPLICATION OF MICROWAVE MOISTURE MEASUREMENTS" TECHNISCHES MESSEN TM, R.OLDENBOURG VERLAG. MÜNCHEN, DE, Bd. 60, Nr. 1, 1993, Seiten 19-28, XP000329666 ISSN: 0171-8096 * Absatz '03.4! *	1	G01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenart	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	2. September 2002	Wilhelm, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 00 2156

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-09-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4042879	A	16-08-1977	CA	1054678 A1	15-05-1979
DE 19705260	A	21-08-1997	DE	19705260 A1	21-08-1997
			DE	19734978 A1	18-02-1999
			EP	0791823 A2	27-08-1997
			JP	9325123 A	16-12-1997
			US	6163158 A	19-12-2000
			US	2001000946 A1	10-05-2001
US 5845529	A	08-12-1998	US	5621330 A	15-04-1997
			AU	4933497 A	02-07-1998
			AU	736019 B2	26-07-2001
			AU	5903898 A	31-07-1998
			EP	0950177 A1	20-10-1999
			WO	9829729 A1	09-07-1998
			US	6107809 A	22-08-2000
			EP	0756170 A2	29-01-1997

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82